

LASER ADJUSTING METHOD AND SEMICONDUCTOR LASER

Patent number: JP2003110192
Publication date: 2003-04-11
Inventor: MIURA SHIGEAKI; SONODA SHINICHIRO
Applicant: FUJI PHOTO FILM CO LTD
Classification:
- **International:** *H01S5/0687; H01S5/14; H01S5/00; (IPC1-7):*
H01S5/0687; H01S5/14
- **European:**
Application number: JP20010306599 20011002
Priority number(s): JP20010306599 20011002

Report a data error here

Abstract of JP2003110192

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the linearity of a light outputting characteristic to the driving current of a wavelength stabilizing laser. **SOLUTION:** Concerning a semiconductor laser which is provided with an outer resonator comprising a reflection member and an anterior incident end face provided outside and provided with a wavelength selection element in the outer resonator to oscillate by wavelength selected by the wavelength selection element, the arranging position of at least one member selected from a member constituting the outer resonator and a member arranged within the outer resonator is adjusted finely so as to reduce light returning to the semiconductor layer.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-110192
(P2003-110192A)

(43) 公開日 平成15年4月11日 (2003. 4. 11)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	サーチコード(参考)
H 0 1 S 5/0687		H 0 1 S 5/0687	5 F 0 7 3
5/14		5/14	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2001-306599(P2001-306599)

(22) 出願日 平成13年10月2日(2001. 10. 2)

(71) 出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社
神奈川県南足柄市中沼210番地

(72) 発明者 三浦 栄朗

神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富
士写真フイルム株式会社内

(72) 発明者 園田 慎一郎

神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富
士写真フイルム株式会社内

(74) 代理人 100079049

弁理士 中島 淳 (外3名)

Fターム(参考) 5F073 AA67 AA83 AB25 AB27 AB29
EA03 EA15

(54) 【発明の名称】 レーザ調整方法及び半導体レーザ

(57) 【要約】

【課題】波長安定化レーザの駆動電流に対する光出力特性の直線性を改善する。

【解決手段】外部に設けられた反射部材と前方出射端面とで構成された外部共振器を備え、該外部共振器内に波長選択素子を備え、前記波長選択素子により選択された波長で発振する半導体レーザについて、外部共振器による半導体レーザへの戻り光が減少するように、外部共振器を構成する部材及び外部共振器内に配置される部材から選択された少なくとも1つの部材の配置位置を微調整する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】外部に設けられた反射部材と前方出射端面とで構成された外部共振器を備え、該外部共振器内に波長選択素子を備え、前記波長選択素子により選択された波長で発振する半導体レーザの調整を行なうレーザ調整方法であって、

前記外部共振器による半導体レーザへの戻り光が減少するように、外部共振器を構成する部材及び外部共振器内に配置される部材から選択された少なくとも1つの部材の配置位置を微調整するレーザ調整方法。

【請求項2】前記外部共振器内に、前記半導体レーザから出射したレーザビームを平行光化するコリメータレンズ、及び該コリメータレンズにより平行光化されたレーザビームを集光する集光レンズを配置し、前記コリメータレンズから出射されるレーザビームが所定角度で拡がるように、前記コリメータレンズの配置位置を微調整する請求項1に記載のレーザ調整方法。

【請求項3】前記外部共振器内に、前記半導体レーザから出射したレーザビームを平行光化するコリメータレンズ、及び該コリメータレンズにより平行光化されたレーザビームを集光する集光レンズを配置し、前記コリメータレンズから出射されるレーザビームが所定角度で窄まるように、前記コリメータレンズの配置位置を微調整する請求項1に記載のレーザ調整方法。

【請求項4】前記外部共振器内に、前記半導体レーザから出射したレーザビームを平行光化するコリメータレンズ、及び該コリメータレンズにより平行光化されたレーザビームを集光する集光レンズを配置し、前記反射部材が前記集光レンズによるレーザビームの収束位置からずれるように、前記反射部材の位置を微調整する請求項1～3のいずれか1項に記載のレーザ調整方法。

【請求項5】外部に設けられた反射部材と前方出射端面とで構成された外部共振器を備え、該外部共振器内に波長選択素子を備え、前記波長選択素子により選択された波長で発振する半導体レーザであって、前記外部共振器による半導体レーザへの戻り光が減少するように、外部共振器を構成する部材及び外部共振器内に配置される部材から選択された少なくとも1つの部材の配置位置が微調整された半導体レーザ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、外部共振器内に狭域帯バンドパスフィルター等の波長選択素子を備え、該波長選択素子により選択された波長に発振波長を安定化（ロック）することができる半導体レーザ（波長安定化レーザ）に関する。特に、この波長安定化レーザを構成する部品の微調整を行なうレーザ調整方法とその方法により調整された半導体レーザとに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、半導体レーザの外部共振器内に狭

域帯バンドパスフィルター等の波長選択素子を備え、該波長選択素子により選択された波長に発振波長を安定化することができる波長安定化レーザが種々提案されている。

【0003】通常の半導体レーザは素子内に共振器構造を備えているので、外部共振器を設けなくてもレーザビームを発振することができるが、波長ロック前の半導体レーザの発振波長は、数nmの幅で変動し、駆動電流の増加に伴い長波長側にシフトする。例えば、縦モードの間隔が約0.2nmで数本の縦モードを有する半導体レーザを用いて、電流を50から200mAまで変化させると、図5に示すように、半導体レーザ自身の発熱のため発振中心波長が約5nmも長波長側にシフトする。

【0004】これに対し上記の波長安定化レーザでは、半導体レーザの発振波長を所定波長にロックすることができるので、駆動電流の増加に対しても発振波長を安定化することができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の波長ロックを行っても、図5に示すように、半導体レーザの出力光量は駆動電流の増加に従い単調増加せず、増減を繰り返しながら増加する。即ち、半導体レーザの駆動電流に対する出力光量の変化を示すIL特性に「うねり」を生じる。このような「うねり」が発生すると、自動出力制御（APC）により半導体レーザの出力光量を正常に制御できなくなるばかりか、駆動電流を増減させて出力光を変調する場合に所望の出力光量に制御することが難しくなる。

【0006】発明者等は、「うねり」を発生させる主な原因の1つが半導体レーザへの戻り光であるとの知見に基づき、特開2000-223431号公報に示すように、波長をロックする際に、外部共振器の共振器長を基本波のコヒーレント長より長くすることにより、戻り光による干渉を防止しIL特性の直線性の改善を図っている。外部共振器を備えた構造では、外部共振器からの戻り光など光路長が異なる光が合成されて出射光になるが、光路長の異なる光は互いに干渉するので、光の干渉状態が変化するとIL特性の直線性が悪化する場合がある。外部共振器の共振器長を基本波のコヒーレント長より長くすると、外部共振器の共振器長が多少変動しても半導体レーザの発振波長に大きな影響を与えないようになり、波長安定化レーザのIL特性の直線性が改善される。

【0007】しかしながら、「うねり」を発生させる原因は他にも存在するため、波長安定化レーザのIL特性の直線性は未だ改善の余地がある。また、「うねり」の程度は、半導体レーザの特性、半導体レーザに施されたコートの反射率、及びバンドパスフィルターの線幅や透過率等の部品固有の特性値のばらつきにより変動するが、総ての部品について特性値のばらつきを無くすこと

は極めて困難である。

【0008】以上の通り、IL特性の「うねり」は半導体レーザの出力光量の制御を阻害するにも拘らず、「うねり」の無い良好なIL特性を備えた波長安定化レーザを安定に製造することは難しい、という問題があった。

【0009】本発明は上記従来技術の問題点に鑑みなされたものであり、本発明の目的は、波長安定化レーザの駆動電流に対する光出力特性の直線性を改善することができるレーザ調整方法を提供することにある。また、本発明の他の目的は、駆動電流に対する光出力特性の直線性が改善された半導体レーザ（波長安定化レーザ）を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明のレーザ調整方法は、外部に設けられた反射部材と前方出射端面とで構成された外部共振器を備えると共に、該外部共振器内に波長選択素子を備え、前記波長選択素子により選択された波長で発振する半導体レーザの調整を行なうレーザ調整方法であって、前記外部共振器による半導体レーザへの戻り光が減少するように、外部共振器を構成する部材及び外部共振器内に配置される部材から選択された少なくとも1つの部材の配置位置を微調整することを特徴とする。

【0011】また、本発明の半導体レーザは、外部に設けられた反射部材と前方出射端面とで構成された外部共振器を備えると共に、該外部共振器内に波長選択素子を備え、前記波長選択素子により選択された波長で発振する半導体レーザであって、前記外部共振器による半導体レーザへの戻り光が減少するように、外部共振器を構成する部材及び外部共振器内に配置される部材から選択された少なくとも1つの部材の配置位置が微調整されたことを特徴とする。

【0012】半導体レーザの発振波長を詳細に観察すると、図6に示すように、半導体レーザの発振波長はバンドパスフィルターの中心透過波長付近で所定幅（例えば、約0.2nm）の変動を繰り返している。即ち、駆動電流が増加するに従い、発振波長はバンドパスフィルターの透過波長の範囲内を短波長側から長波長側に徐々に移動し、右端（長波長側）に来ると左端（短波長側）に発振波長がホップし、この発振波長のホップが繰り返される。この波長ホップによりIL特性が増減を繰り返すようになると推測される。

【0013】発明者等の考察によれば、上記の波長ホップは、以下の現象により発生すると考えられる。半導体レーザは、レーザ素子の両端面を共振器としてレーザ発振しているものであり、発振波長のスペクトルは何本か観測される。この発振は半導体レーザのファブリペローモード（FPモード）による発振であり、スペクトルが2本以上の発振の場合、いわゆる縦モードがマルチモードであると呼ばれる。縦モードがマルチモードの場合に、

上記の通り外部共振器を用いて波長ロックを行うと、FPモードによる発振波長が、バンドパスフィルターの透過率が一番高い中心透過波長と一致した場合にのみレーザ発振が起き、波長がロックできる。

【0014】一方、半導体レーザのFPモードは、駆動電流が増加すると、発生した熱により長波長側に徐々にシフトする。このため、波長ロックした状態でも、微細にはバンドパスフィルターの透過波長範囲内で半導体レーザのFPモードがシフトする。このように1本のFPモードが長波長側に動き、1本のFPモードに対するバンドパスフィルターの透過率が低くなって発振モードが停止すると、次の短波長側に隣接するFPモードが、バンドパスフィルターの透過波長範囲内に入ってきて、そのFPモードがレーザ発振する。このため、駆動電流が増減すると、半導体レーザのFPモード間隔に一致した間隔（上記の例では0.2nm）で発振波長がホップを繰り返す、と考えられる。

【0015】本発明では、外部共振器を構成する部材及び外部共振器内に配置される部材から選択された少なくとも1つの部材の配置位置が微調整されて、外部共振器による半導体レーザへの戻り光が減少するので、波長ロックが弱くなり、半導体レーザは許容波長帯域内に複数の縦モードスペクトルを含むレーザビームを出射ようになる。このため、いずれかの発振スペクトルにおいて波長ホップが起きても、他の発振スペクトルには波長ホップは起きておらず、IL特性の直線性が改善される。

【0016】半導体レーザへの戻り光を減少させるために、例えば、外部共振器内に、前記半導体レーザから出射したレーザビームを平行光化するコリメータレンズ、及び該コリメータレンズにより平行光化されたレーザビームを集光する集光レンズを配置し、コリメータレンズから出射されるレーザビームが所定角度で拡がるように、コリメータレンズの配置位置を微調整することができる。また、コリメータレンズから出射されるレーザビームが所定角度で窄まるように、コリメータレンズの配置位置を微調整してもよい。出射されるレーザビームが所定角度で拡がるようにコリメータレンズを微調整する方が、戻り光を減少させる効果が大きく、ビームの拡がり角度 θ は $0^\circ < \theta < 30^\circ$ の範囲が好ましい。このようにコリメータレンズの配置位置を微調整してIL特性の直線性を改善する場合には、半導体レーザの最大出力光量は減少するが、構成部品の位置ずれに対するトレランス（耐性）が向上する。

【0017】また、外部共振器内に、半導体レーザから出射したレーザビームを平行光化するコリメータレンズ、及び該コリメータレンズにより平行光化されたレーザビームを集光する集光レンズを配置し、外部共振器を構成する反射部材が集光レンズによるレーザビームの収束位置からずれるように、反射部材の位置を微調整する

ようにしてもよい。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

（波長安定化レーザ）図1に、本発明のレーザ調整方法を適用する波長安定化レーザの概略構成を示す。この波長安定化レーザは、半導体レーザ10、この半導体レーザ10の後方出射端面から発散光状態で出射したレーザビーム（後方出射光）11Rを平行光化するコリメータレンズ12、平行光化されたレーザビーム11Rを収束させる集光レンズ13、これらのコリメータレンズ12及び集光レンズ13の間に配置された波長選択素子としての狭帯域バンドパスフィルタ14、及び上記集光レンズ13によるレーザビーム11Rの収束位置に配置されたミラー20を備えている。半導体レーザ10は、半導体レーザ用の駆動回路40に接続されている。

【0019】半導体レーザ10は、ファブリペロー型（FP型）の単峰性の空間モード（横シングルモード）を有する通常の半導体レーザ（レーザダイオード）であり、半導体レーザ10の両端面（劈開面）には、発振波長の光に対するLR（低反射率）コート24A、24Bが施されている。例えば、LRコート24Aの基本波に対する反射率を30%、LRコート24Bの基本波に対する反射率を30%とすることができる。

【0020】次に、この波長安定化レーザの動作について説明する。半導体レーザ10から出射した後方出射光11Rがミラー20で反射され、半導体レーザ10にフィードバックされる。つまりこの装置では、半導体レーザ10の前方出射端面とミラー20とによって半導体レーザ10の外部共振器が構成されている。

【0021】ミラー20と半導体レーザ10の前方出射端面とによって構成される外部共振器の共振器長が、半導体レーザから出射される基本波のコヒーレント長よりも長くなるように、半導体レーザ10とミラー20とが配置されている。基本波のコヒーレント長Lは、そのレーザビーム固有の可干渉距離であり、レーザビームの波長を λ 、スペクトル幅を $\Delta\lambda$ とすると、下記式に従い算出することができる。

$$【0022】L = \lambda^2 / 2\pi n \Delta\lambda$$

基本波のコヒーレント長Lは、一般には100mm程度であるので、外部共振器の共振器長を100mmを超える長さとすることができる。例えば、半導体レーザ10の後方出射端面からミラー20の表面までの光学長を150nmとすることができる。

【0023】そして、この外部共振器の中に配された狭帯域バンドパスフィルタ14により、狭帯域バンドパスフィルタ14を透過するレーザビームの波長が選択される。半導体レーザ10はこの選択された波長で発振し、半導体レーザ10の前方出射端面からレーザビーム11が出射される。

【0024】選択波長は狭帯域バンドパスフィルタ14の回転位置（矢印A方向の回転位置）に応じて変化する。この狭帯域バンドパスフィルタ14を適宜回転させることにより、半導体レーザ10の発振波長を、狭帯域バンドパスフィルタ14の透過中心波長に選択、ロックすることができる。

【0025】（レーザ調整方法）次に、図2及び図3を参照して、上記波長安定化レーザを構成する部品の微調整を行なう2つの調整方法について説明する。図2及び図3は図1に示す波長安定化レーザの一部の構成部品の配置位置を微調整した後の配置を示す光軸に沿った断面図である。図2及び図3において図1と同じ構成部分には同じ符号を付して説明を省略する。

【0026】第1の調整方法では、図2に示すように、コリメータレンズ12から出射されるビームの拡がり角度 θ が例えば20°となるように、コリメータレンズ12を光軸に沿って半導体レーザ10側に僅かに寄せる。これにより、半導体レーザ10への戻り光が減少して波長ロックが弱くなりIL特性の直線性が改善される。半導体レーザ10への戻り光が減少する理由としては、集光レンズ13に入射するビームがレンズ性能が低い集光レンズ13の外周部を透過するため収差が大きくなること、ビームの拡がりにより集光レンズ13で蹴られが発生すること等が挙げられる。ビームの拡がり角度 θ は0° < θ < 30°の範囲が好ましい。

【0027】また、図4に実線で示すように、コリメータレンズ12から出射されるビームの拡がり角度 θ が0°の場合には、半導体レーザ10の出力光量が最大となるが、この最大出力が得られる最適位置から少しずれた位置に構成部品（集光レンズ13、ミラー20）が配置されると半導体レーザ10の出力光量が著しく低下する。即ち、構成部品の位置ずれに対するトレランス（耐性）が低い、一方、図4に破線で示すように、ビームの拡がり角度 θ が0° < θ となる場合には、半導体レーザ10の最大出力光量は減少するが、構成部品の位置ずれに対するトレランスが向上する。

【0028】第2の調整方法では、図3に示すように、ミラー20の配置位置が集光レンズ13の焦点位置からずれるように、ミラー20を光軸に沿って半導体レーザ10側に僅かに寄せる。これにより、半導体レーザ10への戻り光が減少してIL特性の直線性が改善される。

【0029】以上の通り、上記のレーザ調整方法では、波長ロックを行う際に、外部共振器による半導体レーザへの戻り光が減少するように、反射ミラー等の外部共振器を構成する部材や、コリメータレンズ等の外部共振器内に配置される部材の配置位置を微調整するので、部品固有の特性値にばらつきがある場合でも、部品を交換等することなく、波長ロックを弱めてIL特性の直線性を改善することができる。

【0030】特に、波長をロックする際に、外部共振器

の共振器長を基本波のコヒーレント長より長くして戻り光による干渉を防止すると共に、外部共振器による半導体レーザへの戻り光が減少するように、外部共振器を構成する部材や外部共振器内に配置される部材の配置位置を微調整することにより、I-L特性の直線性を大幅に改善することができる。

【0031】

【発明の効果】本発明によれば、波長安定化レーザの駆動電流に対する光出力特性の直線性を改善することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の波長安定化レーザの光軸に沿った断面図である。

【図2】本発明の第1の調整方法を説明するための図である。

【図3】本発明の第2の調整方法を説明するための図で

ある。

【図4】構成部品の最適位置からのずれ量に対する出力光量の変化を表すグラフである。

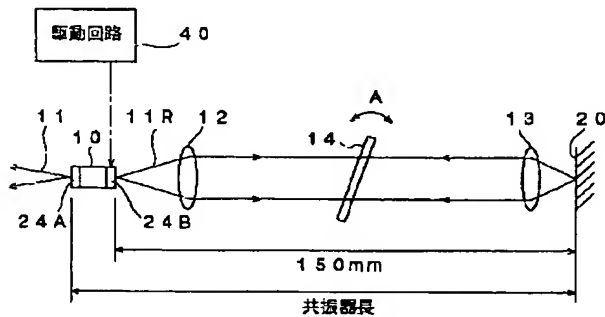
【図5】駆動電流が増加した場合の波長ロック前の半導体レーザの発振スペクトルの変化を示すグラフである。

【図6】駆動電流が増加した場合の波長ロック後の半導体レーザの発振スペクトルの変化を示すグラフである。

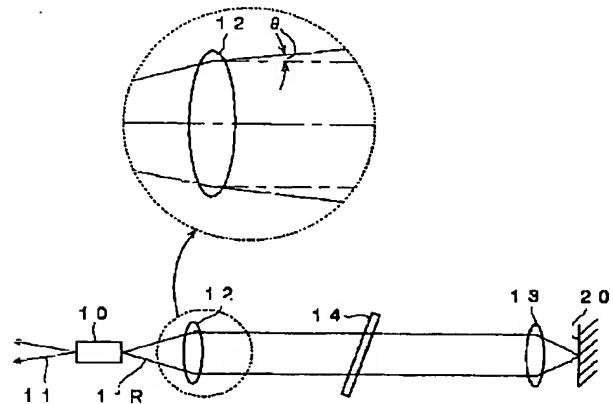
【符号の説明】

- 10 半導体レーザ
- 11 R レーザビーム（後方出射光）
- 12 コリメータレンズ
- 13 集光レンズ
- 14 狭帯域バンドパスフィルター
- 20 ミラー
- 24 A、24 B LR（低反射率）コート
- 40 駆動回路

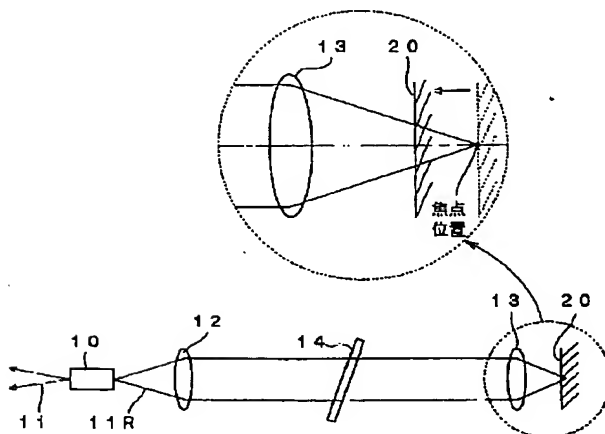
【図1】



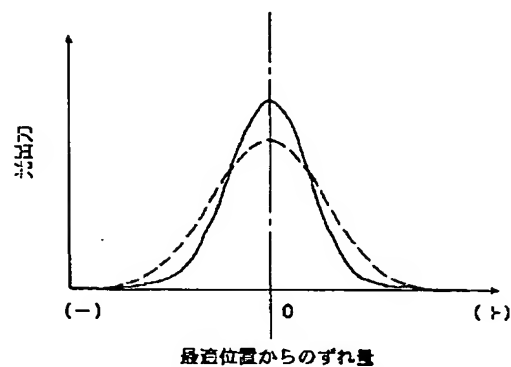
【図2】



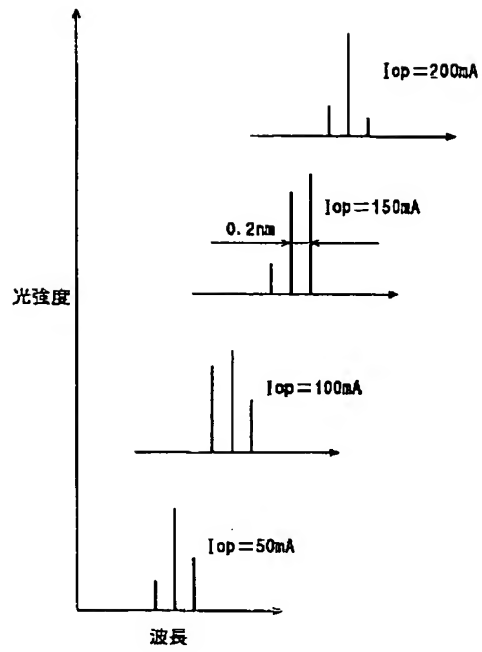
【図3】



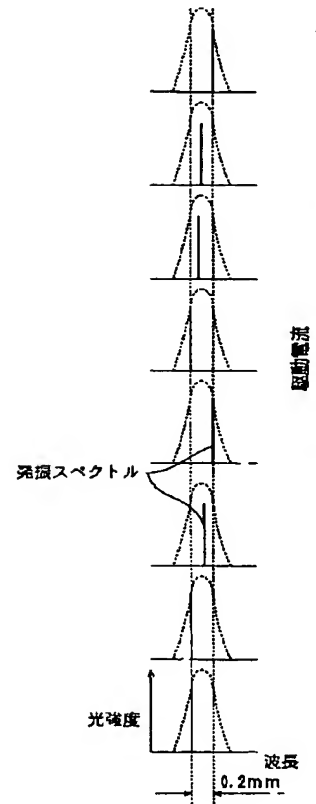
【図4】



【図5】



【図6】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.